

Galaktik OB Oymaklarının Evrimi ve Kinematığı

Volkan Bakış^{1*}, Selçuk Bilir², Osman Demircan³

¹Akdeniz Üniversitesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Antalya, Türkiye

²İstanbul Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, İstanbul, Türkiye

³Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, Çanakkale, Türkiye

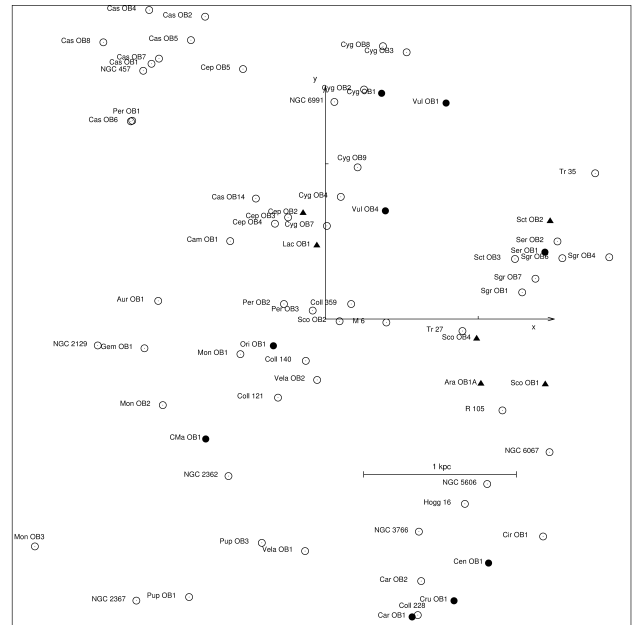
Özet

Yıldız oluşum bölgeleri yıldız evriminin ilk basamaklarını ve bir çok astrofiziksel fenomeni daha iyi anlamamız açısından yegane yerlerdir. Ancak bu bölgelerdeki yoğun gaz ve toz küçük kütleli yıldızların gözlenmesini zorlaştırmaktadır. Sadece ön tayf türünden yıldızlar yüksek ışınım basınından dolayı etrafındaki gazı dağıtmışlar ve kendilerini açığa çıkarmışlardır. Bu çalışmada yıldız oluşum bölgelerinin kinematik ve evrimsel parametrelerinin içinde bulunan çift ve çoklu sistemlerin analizleri ile nasıl belirlendiği kullanılan yöntemler ile anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: planets and satellites: general, Yıldız Tayfı

1 Giriş

Yıldız oluşum bölgeleri (YOB), sarmal galaksilerin düzlemlerinde ve farklı galaktik doğrultularında bulunan ve yıldız oluşumunun çoğunlukla aktif olduğu bölgelerdir. Yaşları genellikle 50 milyon yılı geçmeyen YOB, üyelerinin zayıf çekimsel bağlarından ötürü galaktik etkileşmeler nedeniyle dağılmaya müsaittirler. YOB'ların kimyasal element bolluğu yıldız oluşum oranını etkileyen önemli parametrelerdendir. Bu durum, Samanyolu ile diğer sarmal galaksilerdeki yıldız oluşumunun anlaşılmasında YOB'ların kimyasal kompozisyonunun bilinmesini gerektirir. Genel olarak, yıldızlararası ortam yüzde 70 hidrojen gazı, geri kalan çoğu gazın helyumdan ve çok az bir kısmının da metal adı verilen diğer ağır elementlerden oluşmaktadır. Yıldızlararası ortamın bir kısmı nebula adı verilen çok daha yoğun gaz bulutlarından oluşur ve yıldızlar bu tür gaz bulutlarında meydana gelirler. Yıldızlararası ortamın tipik yoğunluğu $0.1-1$ parçacık/cm³ iken yıldız oluşumunun meydana geldiği dev yıldız bulutlarındaki yoğunluk 1000 parçacık/cm³'tür. Kütleleri binlerce Güneş kütlelerine kadar çıkabilen dev gaz ve toz bulutları içerisindeki gaz basıncı, çekimsel çökmeyi durduramayacak kadar yetersiz olduğunda bulut içinde meydana gelecek bir tedirginlik bulutun çökme sürecini başlatacaktır. Çökme süreci ilerledikçe daha küçük parçalara ayrılan molekül bulutu çekimsel potansiyel enerjisini çevresine ısı olarak yayar. Sıcaklığın ve basıncın artmasıyla bulut parçası, dönen bir gaz küresine dönüşür. Gaz küresinin sıcaklığı iç basıncı çekimsel kuvvete karşı koyacak kadar arttığında, yıldız öncesi cisim meydana gelir. Bu cisim saran gaz ve toz ortam yıldız etrafında bir disk oluşturarak yıldızın üzerine düşmeye ve açılal momentum aktarmaya devam eder. Bu sırada yıldız öncesi cisim, evrim diyagramında Hayashi çizgisi adı verilen bir yol üzerinde anakola doğru ilerler. Hayashi çizgisi sonuna gelen ve hidrostatik dengeye ulaşan (Hayashi limiti) yıldız öncesi cismin çökmesi sabit sıcaklık altında Kelvin-Helmholtz zaman ölçeğinde devam eder. Bu evreden sonra anakola ulaşan yıldız öncesi cisimler, merkezlerinde hidrojeni yakacak sıcaklığa ulaştıklarında yıldız olarak adlandırılırlar. YOB'larda henüz anakola girmemiş 2 Güneş kütleli yıldızlara kadar T Tauri, 2 ile 8 Güneş kütleli arasında kütleyle sahip olanlara Herbig Ae/Be yıldızları adı verilir. YOB'larda 8 Güneş kütlelerinden daha büyük



Şekil 1. Güneşten 2 kpc uzaklık içerisinde yer alan YOBların Galaktik düzleme izdüşümü. Uzaklık ve koordinat bilgisi Mel'nik ve Dambis (2009)'den alınmıştır. Bu çalışmada çalışılan gölgeler dolu daireler, daha çok veriye ihtiyaç duyulan bölgeler ise dolu üçgenler ile gösterilmiştir.

kütleli yıldızların evrimleri daha hızlı olacağından büyük kütleli yıldızları gözlemek zordur.

Bugün YOB dışında gözleyemediğimiz çoğu tek, çift veya çoklu yıldız sistemleri bir zamanlar yıldız oymağı olarak adlandırdığımız bir molekül bulutunda diğer üye yıldızlar ile aynı uzaysal hızda hareket etmekteydiler. Zamanla galaktik etkileşimlerden, süpernova patlamaları veya yıldız çarpışmalarından en az bir tanesine maruz kalarak yıldız oymağının dağılması neticesinde üye yıldızlar da kazandıkları yeni açılal momentumları ile uzayda farklı yerlere dağılmışlardır. YOB dışında bulunan çoklu sistemlerin daha az bulunması, YOB'ların dağılması (buharlaşma) sırasında çoklu sistemlerin kazandıkları açılal momen-

* volkanbakis@akdeniz.edu.tr

Çizelge 1. İncelenen YOB'lara ait bazı temel özellikler.

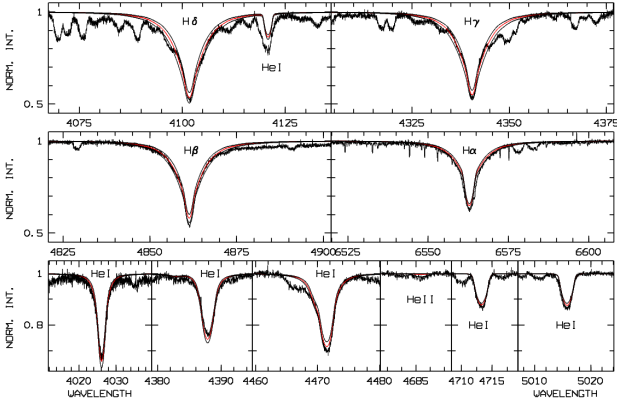
Oymak Adı	Çift/Çoklu Sistem	Galaktik Boylam	Galaktik Enlem	Uzaklık (kpc)	RV (km/s)
Ser OB1	QR Ser	14.69	--0.97	1.5	--5
Sct OB2	W, V493 Sct	23.2	--0.5	1.6	--11
Vul OB1	AT Vul	59.41	--0.12	1.6	+3.1
Vul OB4	EV Vul	60.66	--0.17	0.8	--2.9
Cyg OB1	V493,V455, V456,V2107, V1068 Cyg	76.82	+1.44	1.5	--13.5
Lac OB1	AA And	99.69	--17.64	0.5	--13.6
Cep OB2	SU,V446 Cep	99.25	+3.77	0.7	--17
Cas OB6	DN	135.0	+0.8	1.8	--42.7
Cas-Tau	DV Cam, V559 Cas	Tüm Gökyüzü		0.14	--
Ori OB1	IM Mon	195.44	--12.8	0.4	+25.4
CMa OB1/OB2	FM,LT CMa	224.18	--2.22	1.1	+34.3
Car OB1	HH Car	284.51	--0.04	1.8	--5
Cru OB1	MQ Cen	294.12	--1.97	2.00	--5.3
Cen OB1	ET Cru	303.17	+2.43	1.9	+19
Ara OB1	LP Ara	336.5	--1.5	1.1	--36.3
Sco OB1	V565 Sco	343.74	+1.36	1.5	--28.8
Sco OB4	FV Sco	352.39	+2.9	1.0	+3

tumun bu sistemlerin bileşenlerini birbirinden ayırarak kadar büyük olabileceği gerçeğinden kaynaklanmaktadır.

Yıldız oluşum simülasyonları yıldız oymaklarındaki yıldızların hepsi olmasa da, büyük bir çoğunluğunun çift veya çoklu sistemlerin bir üyesi olduğunu göstermektedir. Yıldız oluşum bölgelerindeki çift ve çoklu sistemlerin sayısının çok olmasının rastlantı olmadığı ve yıldız oluşum sürecinin bir parametresi olduğunu gösteren teorik çalışmalar (Brown (2001); Bouy ve diğ. (2006); Kouwenhoven ve diğ. (2007)), bu bölgelerdeki çift ve çoklu sistemlerin ayrıntılı gözlem ve analizlerinin yapıldığı çalışmaları (ön tayf türündeki yıldızlar için diğerleri arasında Hensberge (2007); Bakış ve diğ. (2007), geri tayf türündeki anakol öncesi çift yıldızlar için diğerleri arasında Luhman (2005); Luhman & Potter (2006) destekler niteliktedir. Brown (2001) yakın YOB'larda ilk oluşan çift yıldızların karakteristiklerini belirlemek için bir çalışma yapmıştır. Bouy ve diğ. (2006) Upper Sco OB YOB'undaki çoklu yıldızların nüfusunun özelliklerini ortaya koymaya çalışmışlardır. Bu çalışmaya göre çok küçük kütleli yıldızların 100-150 AB yarı büyük eksen büyüklüğünde yörüngelere sahip çift sistemler oluşturduklarını bulmuşlardır. Kouwenhoven ve diğ. (2007) teorik simülasyonları kullanarak, Sco OB2 oymağındaki orta kütleli çift yıldız nüfusunun ve gözlenen özelliklerinin (yörünge dönemleri, yörüngelerinin yarı büyük eksen uzaklıkları) gözlemlerle uyumluluğu incelemiştir. Nitschelm (2003) Sco-Cen YOB'undaki tüm çift ve çoklu sistemlerin bir kataloğunu oluşturmuştur ve bu katalogta belirlediği aday yıldızların sistematik tayfsal gözlemlerini yaparak yeni çift ve çoklu ön tayf türü çift ve çoklu sistemlerin belirlenmesine devam etmektedir. Hensberge (2007) Sco-Cen YOB'undaki biri çift (V883 Cen) diğeri çoklu (η Mus) olan iki sistemi tayfsal ve fotometrik olarak incelemiştir. Bakış ve diğ. (2007) çalışmasında ise Sco-Cen üyesi olan η Mus'un ayrıntılı tayfsal ve fotometrik çalışması yapılmış ve sistemde görünmeyen bir diğeri bileşenin varlığının tayftaki izleri ortaya konarak η Mus'un Sco-Cen YOB'unun özellikleri ile uyumluluğuna kinematik olarak bakılmıştır. Nitschelm ve ark., Galaksimizdeki YOB'lar üzerine Şili'de düzenlenen toplantıda Sco-Cen OB YOB'undaki çift ve çoklu sistemlerin özelliklerini ile bu bölgedeki bir çoklu sistemin doğasını ortaya koyan bir çalışmayı sunmuşlardır. Çalışmada bu tür sistemlerin dikine hız ölçümlerini kullanarak Sco-Cen YOB'undaki üye yıldızlar arasında çift ve

çoklu sistemlerin nasıl ayrıldığı gösterilmiştir. Sco OB2 oymak kompleksindeki çift sistemlerin dağılımlarına bakıldığında B0-B3 tayf aralığındaki çift ve çoklu sistemlerin sayısının toplam oymak üyesi yıldızların sayısına oranı ortalama 0.8, B4-B9 tayf aralığı için 0.4, A tayf türü için 0.3, F tayf türü için 0.2 ve GKM tayf türleri için de 0.3'tür. Gözlemler ile teorik hesaplamalar arasındaki tutarsızlığın nedenlerinden biri seçim etkisi olsa da en önemli neden matematiksel hesaplamalarda önemli bir parametre olan yıldız oymağının başlangıç kütle fonksiyonunun (BKF) iyi belirlenememesidir. BKF, yıldız oymağındaki yıldızların kütlelerini veren bir fonksiyondur ve iyi belirlenebilmesi için oymaktaki en küçük kütleli en büyük kütleli yıldızlara kadar gözlenmesi ve fiziksel parametrelerinin belirlenmesi gerekmektedir. BKF'nin duyarlı olarak belirlenebilmesi YOB'lardaki yıldız oluşum sürecinde çift sistemler oluştuğundan hemen sonra ve dinamik evrim başlamadan önce çift ve çoklu sistemlerin sıklığının öğrenilmesini sağlamaktadır. BKF'nin belirlenebilmesindeki en büyük sorunlardan biri küçük kütleli anakol öncesi sönük yıldızların içinde buldukları bulutun da soğurma etkisiyle çok daha sönük olmaları ve optik bölgede gözlenemez hale gelmeleridir. Bu tür anakol öncesi yıldızların gözlemleri yakın kızılötesi bölgede soğurmanın az olduğu yüksek mevkilere yerleştirilmiş büyük teleskoplarla ve gelişmiş gözlem teknikleriyle (yüksek çözünürlüklü kızıl ötesi kameralar vb.) yapılmaktadır. Daha parlak ön tayf türünden yıldızlarda ise, birkaç yıldız oluşum bölgesi dışında, ayrıntılı tayfsal çalışmalardan daha çok, fotometrik yöntemlerle yıldızların mutlak parametrelerine ulaşılma yoluna gidilmiştir. Bunun nedeni, ön tayf türündeki yıldızlardan oluşan çift sistemlerin tayflarında az sayıda çizgi bulunması ve bu çizgilerin de yıldızların hızlı dönmelerinden dolayı belirsiz bir hale gelip tayfsal analizlerini zorlaştırmasıdır. Bu sistemler çoklu olduğunda, tayfa her bir bileşenin süreklilik çizgileri yörünge çevrimi sırasında bir diğeri yıldızın tayfındaki soğurma çizgilerini zayıflatacağından durum çok daha karmaşık bir hal alır. Bu tür sistemlerin incelenmesinde son yıllarda geliştirilmiş modern analiz teknikleri (tayfın fourier veya dalgaboyu uzayında incelenmesi vb.) kullanılmaktadır.

Çift yıldızlar astrofizikte birçok fenomenin (Tip Ia Süpernovalar, kısa ve uzun gama-ışın patlamaları, X-ışın bileşenli çiftler, milisaniye pulsarları ve çift nötron yıldızları) açıklanmasında önemli rol oynarlar. Ayrıca çift yıldızların yoğun yıldız bu-



Şekil 2. V2107 Cyg çift sisteminin baş bileşenin NLTE atmosfer modeli ile hesaplanan sentetik tayflar ile modellenmesi (Bakış ve diğ. (2014)).

lutlarındaki dinamik evrimi etkilediği de bilinmektedir. Çift ve çoklu sistemlerin sık olmasına rağmen oymaklardaki tüm yıldızların tek yıldız varsayımı altında fotometrisinin yapılması, oymak hakkında elde edilen bilgilerin hatalarını arttırmaktadır. Çünkü çift ve çoklu yıldız sistemlerinin fotometrik parlaklığı ve rengi ile bileşenlerin ayrı ayrı parlaklık ve renkleri birbirlerinden farklıdır. Bu nedenle bu bölgelerdeki yıldızların duyarlı fiziksel parametrelerine ulaşmanın en güvenilir yolu, oymaklardaki çift ve çoklu yıldız sistemlerin fotometrik ve yüksek çözünürlüklü tayfsal veriler ile birlikte analiz etmektir. İncelenen çift veya çoklu sistemlerin tayflarının bileşenlerine ayrıştırılması ve ayrıştırılmış tayflarının ayrı ayrı incelenmesi ile sistemdeki tüm bileşenlerin gerçek fiziksel özelliklerine ulaşmak mümkün olmaktadır.

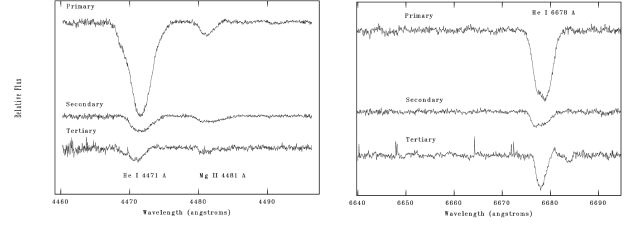
Bu çalışmada YOBda incelenen yıldızların yüksek çözünürlüklü tayfları, “tayfın ayrıştırılması” yöntemi ile bileşenlerine ayrıştırılarak model atmosfer yaklaşımları ile uyumluluğuna bakıldı ve ilgili bileşenin sıcaklık, yüzey çekim ivmesi, dönme hızı, element bolluğu gibi parametrelerine ulaşılmıştır. Bileşenlerin kimyasal özellikleri, içinde buldukları ortamın özelliklerini yansıtacağından, aynı bölgedeki farklı yıldızlardan elde edilecek kimyasal kompozisyon bölgenin element bolluğu hakkında bilgi vermiştir. Ayrıca, ayrıntılı tayfsal analiz sonucunda elde edilen çift veya çoklu sistemin kütle merkezi hızı ve sistemin astrometrik verilerinin (koordinat, öz hareket ve paralaks) bir araya getirilmesi ile incelenen yıldız sistemin uzay hızına ulaşılmıştır. Yıldız sistemi için ulaşılacak bu bilgi aynı zamanda oymağın kinematığı hakkında da bize bilgi vermiştir.

Bu çalışmada incelenen YOBlar bazı temel özellikleri ile birlikte Tablo 1’de verilmiştir. Şekil 1’de ise Güneş’ten 2 kpc uzaklık içerisinde yer alan YOBların Galaktik düzlemdeki izdüşümleri gösterilmiştir.

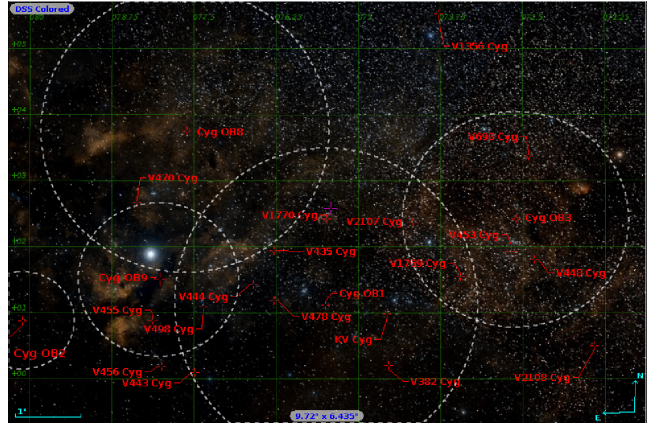
2 Gözlemler

Tablo 1’de bazı özellikleri verilen 18 YOB içinde yer alan toplam 25 çift/çoklu sistem fotometrik ve tayfsal yöntemlerle gözlenmiştir. Bunlara ek olarak üç uzun dönemli (V1068 Cyg, W Sct, V493 Sct) ve üç kısa dönemli sistem (EV Vul, AA And, SU Cep) de sadece fotometrik olarak gözlenebilmiştir, ayrıntılı analiz için tayfsal veriye ihtiyacı vardır.

Fotometrik gözlemler üç farklı gözlem yerinde yapılmıştır; Ulupınar Gözlemevi (0.4 ve 1.22 m teleskoplar), TÜBİTAK Ulu-



Şekil 3. Tayfında üç bileşen barındıran CMA OB1 üyesi FM CMA’nın bileşke tayflarının farklı iki dalgaboyu bölgesinde bileşenlerine ayrılması.



Şekil 4. Cygnus YOB kompleksi ve bu kompleksteki oymaklar (Bakış ve diğ. (2014)).

sal Gözlemevi (0.6 ve 1.0 m teleskoplar) ve SAAO-Güney Afrika Astrofizik Gözlemevi (0.5 m teleskop). Tayfsal gözlemler ise dört farklı gözleminde yapılmıştır; TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi (1.5 m teleskop, Coude-Echelle, $R \sim 40000$), SAAO (1.9 m teleskop, GIRAFFE, $R \sim 39000$), Observatorio del Roque de los Muchachos-Spain (1.2 m teleskop, HERMES, $R \sim 80000$) ve ESO La Silla-Chile (2.5 m teleskop, FEROS, $R \sim 48000$).

3 Yöntem

Bu çalışmada izlenen yöntem örten çift ve çoklu yıldız sistemleri kullanılarak bu sistemlerin buldukları ortama ilişkin parametreleri elde etmektir. Çünkü bugün hala yıldızlara ait bilgiyi en hassas örten çift yıldız sistemlerinden elde edebiliyoruz. Sadece fotometrik olarak gözlenebilen örten çift sistemler bize sistemin yörünge eğimi, bileşenlerin sıcaklıkları, görelî yarıçapları ve ısıtma oranları gibi parametreleri verirken, bu gözlemsel veri sistematik olarak elde edilmiş tayfsal veri ile birleştirildiğinde başta bileşenlerin kütleleri, yarıçapları, yörünge büyüklüğü ve varsa basıncı, bileşenlerin mutlak parlaklıkları, ısıtmaları, gibi parametreler doğrudan elde edilebilmektedir. Bu parametreler kullanılarak da hassas uzaklık ve yaş belirlenebilir. Yaş belirleme bileşenlerin HR diyagramındaki konumlarının yıldız evrim modelleri ile karşılaştırılması yoluyla yapıldığından sistemin metal bolluğunun yüksek çözünürlüklü tayflar kullanılarak belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için farklı metal bolluklarında model atmosferler hesaplanarak ilgelenilen dalgaboyu aralığı için sentetik tayflar oluşturulur ve gözlemler ile karşılaştırılır. Karşılaştırmada en iyi uyan model kare testi ile yapılırsa elde edilen paramet-

relerin hataları da belirlenebilir. YOBlarda ön tayf türünden yıldızlar ile ilgilendiğimizden tayfsal modellemelerde yerel termodinamik dengeden uzaklaşmak durumunda kalmıştır (bkz. Şekil 2).

Bilindiği üzere bir çift veya çoklu sistem tayfsal olarak gözlemlendiğinde elde edilen tayfta, eğer uygun evrede alınmış, bileşenlerin toplam ışığa katkısı ve tayfın S/G oranı ile çözünürlüğü uygun değerlerde ise, tüm bileşenlerin çizgilerini görmeyi bekleriz. Bileşenlerin çizgi şiddetleri bileşke tayfta $\frac{I_i}{I_1+I_2+I_3+\dots}$ ($i=1,2,3,\dots$) çarpanı kadar azalmıştır. Bir yakın çift yıldız sisteminde bu çarpan yörünge çevrimi boyunca sürekli değişmektedir. Çünkü bileşenler birbirlerine çok yakın olduklarından küresellikten ayrılmışlardır. Bu da tutulmalar dışında bile toplam ışığın değişmesine sebep olmaktadır. O halde bileşke tayfın elde edildiği evre bileşenlerin tayf çizgileri modellenirken dikkate alınması gereken bir parametredir. Bu araştırma projesinde bileşke tayfı tek tek modellemek yerine bir adım daha ileri gidilerek bileşenlerin bileşke tayftan ayrıştırılmasını sağladık. Bu yöntem ilk olarak dalgaboyu uzayında **Simon ve Sturm (1994)** tarafından matematiksel olarak gösterilmiştir. Ancak ?'un geliştirdiği yöntem çok sayıda matematiksel işlem gerektirdiğinden çözümler uzun zaman almaktaydı. Daha sonra **Hadrava (1995)** ve **Ilijic (2004)** problemi fourier uzayına taşıyarak analizlerin çok daha kısa zamanda yapılabileceğini göstermişlerdir. Bu projede bileşke tayftan bileşenleri ayırmak ve tayfsal yörünge elemanlarını belirlemek için **Hadrava (1995)** tarafından geliştirilen KOREL kodu kullanılmıştır.

Bu çalışmada ele aldığımız YOBlardaki çift ve çoklu sistemleri belirlerken önce **Mel'nik ve Dambis (2009)** tarafından verilen oymakların kinematik bilgileri kullanılarak ilgili YOB'un sınırları çizilmiştir. Bu sınırlar içerisindeki tüm O veya B-tayf türünden çift/çoklu örten sistemler belirlenmiştir (Şekil 4). Belirlenen adayların fotometrik ve tayfsal gözlemleri yapılarak önce üyeliğine bakılmış daha sonra üye olan sistemlerin yaş, kimyasal element bolluğu ve kinematik parametreleri hesaplanarak içinde bulunduğu YOBun bu parametreleri güncellenmiştir.

Fotometrik verilerin indirgenmesinde DAOPHOT tabanlı C-MUNIWIN¹, ışık eğrilerinin analizinde ise **Wilson ve Devinney (1971)** programı kullanılmıştır. Tayfsal veriler üzerinde yapılan tüm indirgemeler IRAF ile yapılmıştır. Tayfların KOREL ile bileşenlerine ayrıştırılmasından sonra bileşen tayflarına kimi zaman LTE (**Kurucz (1993a)**) kimi zaman da NLTE (**Hubeny ve diğ. (1995)**) model atmosfer modellemesi yapılmıştır. Atmosfer modellemelerinde atmosfer parametreleri (T_{eff} , $\log g$, vsini, ζ) için geniş bir ağ oluşturularak gözlem tayfı bu sentetik tayf ağı içerisinde en küçük χ^2 aranmıştır (**Bakış ve diğ. (2011)**). Mutlak ölçeri duyarlı bir şekilde belirlenen sistemlerin evrim durumları $\log T_{eff} - \log L$ veya $\log T_{eff} - \log g$ düzlemlerinde **Bertelli ve diğ. (2009)**'nin teorik evrim modelleri kullanılarak incelenmiştir.

4 Sonuçlar ve Tartışma

YOBlardaki çift ve çoklu yıldız sistemleri incelenerek seçilen YOBlara ait parametrelerin elde edildiği bu çalışmada toplamda 18 adet YOB içinde yer alan 25 çift/çoklu sistem incelenmiştir. Gözlem programına giren sistemlerin hassas dikine hız eğrilerinin elde edilmiş olması ve tayfsal veriler ile fotometrik verilerin eş zamanlı çözümünden hesaplanan uzaklıkların literatürdeki öz hareket verisiyle birleştirilmesi sistemlerin kinematik analizlerinin yapılmasına olanak vermiştir. İncelenen sistemlerin

oymaklar ile olan fiziksel ilişkisini ortaya koyabilmek için literatürde oymaklar üzerine yapılan en son çalışmalar, bu proje çalışmasında elde edilen ile karşılaştırılmış ve olası üyelik durumları tartışılmıştır. Oymaklara üye yıldız sistemlerinin tayfsal ve fotometrik analizi, bileşen yıldızların fiziksel özelliklerinin ortaya çıkartmakla beraber oymakların başlangıç kütle fonksiyonlarını elde etmek isteyen teorisyenler için de önemli bir gözlemsel bulgudur. Ayrıca, araştırma kapsamında incelenen oymak üyesi çift ve çoklu yıldız sistemlerinin modern yöntemler kullanılarak yapılan analizlerinden elde alınan oymakların yaş, uzaklık ve element bolluğu gibi bilgilere literatürde belirlenen değerlerden çok daha iyi bir hassasiyetle ulaşılmıştır.

Kouwenhoven ve diğ. (2007) yıldız oluşum bölgelerinin matematiksel simülasyonunu yaptıkları çalışmada yeni oluşan yıldızların yüzde 99'unun çoklu sistem olarak oluştuğunu ve çoklu sistem olmanın yıldız oluşumunun bir karakteristiği olduğunu öne sürmüşlerdir. Bu proje kapsamında incelenen çift sistemlerin büyük çoğunluğunun en az bir uzak bileşene sahip olduğu görüldü. Bu da **Kouwenhoven ve diğ. (2007)**'nin önerisini destekler niteliktedir.

Teşekkür

Bu araştırma 109T449 nolu TÜBİTAK/EVRENA projesi kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Bakış, V., Bakış, H., Eker, Z., Demircan, O.: η Muscae: a young detached binary with two identical components MNRAS **382** (2007) 609
- Bakış, V., Hensberge, H., Bilir, S., Bakış, H., Yılmaz, F., Kıran, E., Demircan, O., Zejda, M., Mikulášek, Z.: Study of Eclipsing Binary and Multiple Systems in OB Associations. II. The Cygnus OB Region: V443 Cyg, V456 Cyg, and V2107 Cygnus AJ **147** (2014) 149
- Bakış, H., Bakış, V., Bilir, S., Mikulášek, Z., Zejda, M., Yaz, E., Demircan, O., Bulut, I.: Study of Eclipsing Binary and Multiple Systems in OB Associations. I. Orion OB1a - IM Monocerotis PASJ **63** (2011) 1079
- Bertelli, G., Nasi, E., Girardi, L., Marigo, P.: Scaled solar tracks and isochrones in a large region of the Z-Y plane. II. From 2.5 to 20 M_{\odot} stars A&A **508** (2009) 355
- Bouy, H., Mart'in, E. L., Brandner, W., Zapatero-Osorio, M. R., Béjar, V. J. S., Schirmer, M., Huélamo, N., Ghez, A. M.: Multiplicity of very low-mass objects in the Upper Scorpius OB association: a possible wide binary population A&A **451** (2006) 177
- Brown, A., G., A.: Open Clusters and OB Associations: a Review RMxAC **11** (2001) 89
- Hadrava, P.: Orbital elements of multiple spectroscopic stars. A&AS **114** (1995) 393
- Hensberge, H., Nitschelm, C., Olsen, E. H., Sterken, C., David, M., Freyhammer, L., M., Landin, N. R., Bouzid, M. Y., Papadaki, C., Pritchard, J., D., Clausen, J., V., Vaz, L., P., R.: The eclipsing double-lined binaries V883Cen and η Mus MNRAS **379** (2007) 349
- Hubeny, I., Lanz, T.: NLTE line blanketed model atmospheres of hot stars. I. Hybrid Complete Linearization/Accelerated Lambda Iteration Method AJ **439** (1995) 875
- Ilijic, S., Hensberge, H., Pavlovski, K., Freyhammer, L. M.: Obtaining normalised component spectra with FDBinary ASPC **318** (2004) 111
- Kouwenhoven, M., B., N., Brown, A., G., A., Portegies Zwart, S., F., Kaper, L.: The primordial binary population. II. Recovering the binary population for intermediate mass stars in Scorpius OB2 A&A **474** (2001) 77
- Kurucz, R., L.: Atlas 9 Stellar Atmosphere Programs and 2 km/s Grid

¹ <http://c-munipack.sourceforge.net/>

- Cambridge, MA: Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics
CDROM 13 (1993)
- Luhman, K., L.: Discovery of a Wide, Low-Mass Binary System in Upper Scorpius ApJ **633** (2005) 41
- Luhman, K., L., Potter, D.: Testing Theoretical Evolutionary Models with AB Doradus C and the Initial Mass Function ApJ **638** (2006) 887
- Nitschelm, C.: The binary population in the Sco-Cen Complex: the present state of knowledge and preparation of future research ASSL **299** (2003) 16
- Mel'nik, A., M., Dambis, A., K.: Kinematics of OB-associations and the new reduction of the Hipparcos data MNRAS **400** (2009) 518
- Simon, K., P., Sturm, E.: Disentangling of composite spectra A&A **281** (1994) 286
- Wilson, R., E., Devinney, E., J.: Realization of Accurate Close-Binary Light Curves: Application to MR Cygni ApJ **166** (1971) 605

Eriřim:

O24-1800: [UAK-2015 Program](#) --- [UAK Bildiri](#) --- [Turkish J.A&A](#).